



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02821477.3

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1311283C

[22] 申请日 2002.9.6 [21] 申请号 02821477.3  
 [30] 优先权  
 [32] 2001. 9. 28 [33] JP [31] 300757/2001  
 [86] 国际申请 PCT/JP2002/009120 2002.9.6  
 [87] 国际公布 WO2003/029886 日 2003.4.10  
 [85] 进入国家阶段日期 2004.4.28  
 [73] 专利权人 新日本石油株式会社  
 地址 日本东京  
 [72] 发明人 熊谷吉弘 正木明 上坂哲也  
 [56] 参考文献  
 JP4 - 16917A 1992.1.21  
 JP2001 - 228328A 2001.8.24  
 US5737046A 1998.4.7  
 审查员 张 苗

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
 商标事务所  
 代理人 王永刚

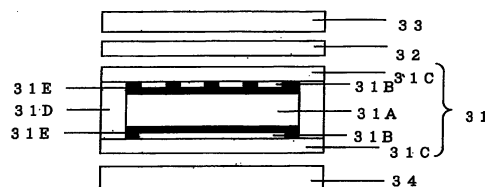
权利要求书 1 页 说明书 18 页 附图 7 页

[54] 发明名称

液晶显示器

[57] 摘要

一种包括液晶单元，设置在所述液晶单元两侧的偏振片，和设置在所述液晶单元至少一侧且处于液晶单元与偏振片之间的光学补偿元件的液晶显示装置，其中液晶单元中液晶层的扭转角设定为 180 至 270 度；光学补偿元件具有一种沿与所述液晶层扭转方向相反方向扭转的扭转结构；液晶单元与光学补偿元件的扭转角绝对值之差为 40 到 100 度；在波长  $\lambda = 550\text{nm}$  处液晶单元与光学补偿元件的延迟之差为 100 到 250nm；并且当在波长  $\lambda$  为 400nm 和 550nm 时液晶单元与光学补偿元件的延迟之差的绝对值的比值在 0.5 到 1.0 范围内。该液晶显示装置具有高对比度白色显示，并且在常黑模式中具有极好的亮度和色调，并在常黑模式下形成白纸状白色显示和极好的黑色显示。



1、一种液晶显示装置，包括：液晶单元，该液晶单元由一对分别具有一电极的透明基板和夹在所述基板之间的液晶物质层构成，设置在所述液晶单元的两侧的偏振片，以及设置在所述液晶单元至少一侧处于所述液晶单元与所述偏振片之间的光学补偿元件，通过从两个或多个电压中选择电压而将驱动电压施加到液晶物质层上，其中所述液晶单元的扭转角设定为 180 至 270 度；所述光学补偿元件具有一种沿与所述液晶单元方向相反方向扭转的扭转结构；所述液晶单元与所述光学补偿元件的扭转角绝对值之差为 40 到 100 度；在波长 $\lambda=550\text{nm}$ 处所述液晶单元与所述光学补偿元件之间的延迟差为 100 到 250nm；并且当在波长 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=550\text{nm}$ 时在所述液晶单元与所述光学补偿元件之间的延迟差的绝对值分别用 $\Delta R(400)$ 和 $\Delta R(550)$ 表示时，其间的比 D 被表示为  $D=\Delta R(400)/\Delta R(550)$ ，D 在 0.5 到 1.0 的范围。

2、根据权利要求 1 所述的液晶显示装置，其中所述光学补偿元件为液晶薄膜。

## 液晶显示器

### 技术领域

本申请涉及能以透射、反射或透射反射模式进行显示的液晶显示装置。

### 背景技术

广泛使用的液晶显示(下面称作“LCD”)装置为 TFT(薄膜晶体管)或 TFD(薄膜二极管)型,其在使用 TFT 或 TFD 元件的有源矩阵方式下以多种显示模式如 TN(扭曲向列)、VA(垂直取向)和 IPS(面内切换)模式进行显示,以及在无源矩阵方式下以 STN(超扭曲向列)液晶显示模式进行显示的 STN 型。

TFT 和 TFD 型 LCD 装置的特征在于具有极好图像质量和响应速度,广泛应用于膝上型计算机、液晶监视器或液晶电视接收器中。不过,尽管 STN 型 LCD 装置在图像质量和响应速度方面与 TFT 型相比稍差,不过由于其结构简单并且耗电较少,可以以较低成本制造,并广泛用作手机、个人数字助理、移动个人电脑和移动电视接收器的显示器。

上述 STN 型液晶显示装置一般这样构成,即液晶单元夹在一对偏振片之间,并且在用于反射型液晶显示装置时,进一步在每一偏振片的外部设置一反射片。

STN 型液晶显示(下面可以称作“STN-LCD”)装置,由于其显示原理利用了旋光性和双折射性,因此所显示颜色不可避免地会发生不希望的着色。为了在克服上述着色问题的情况下进行黑白显示并且进一步执行彩色显示,广泛使用用光学元件进行补偿的方法。最初,使用一种所谓的双层液晶模式(D-STN: Double-layer STN),其中设置有用于补偿的延迟液晶单元,该延迟液晶单元具有基本等于驱动

液晶单元的延迟（双折射 $\Delta n$ 与层厚 $d$ 的乘积），并且具有扭曲角与驱动单元大小相等且扭转方向相反的扭曲结构，使驱动和补偿液晶单元的相邻取向轴成直角（Osamu Okumura, Television Gakkai Technical Report, 11, 79 (1987); K. Katou, Jpn. J. Appl. Phys., 26, L17, 784 (1987); Y. Nagase, SID Digest, 1989）。

尽管这种方法可获得高对比度显示器，不过其仅被采用了很短时间，因为由于使用两个液晶单元，其具有增大 LCD 装置成本、重量和厚度的缺点。目前，使用一种通过精确拉伸聚合物膜如聚碳酸酯获得的光学延迟膜进行伪补偿的方法。尽管使用这种光学延迟膜的方法简单并且廉价，不过由于光学延迟膜中不存在扭曲分子取向，其具有充分避免 STN-LCD 装置所不希望的着色显示的问题。

在日本未审专利公开 No.3-87720, 3-291620, 3-291623, 3-294821 和 4-003020 中披露了使用具有固定扭曲向列液晶取向的液晶膜作为光学补偿膜的方法，作为第三种补偿方法。该光学补偿膜的分子之间具有扭曲结构，从而是一种兼具使用补偿液晶单元的方法所获得的优异补偿效果，及使用光学补偿膜方法的优点，即易于使用和低成本的极好的薄膜。

该补偿方法的原理与 D-STN 方法类似，并且在非选择电压施加期间进行补偿。从而，由于在非选择电压施加期间，穿过入射侧偏振片、光学补偿膜和驱动液晶单元的光的偏振态在所有波长中均被线偏振，从而在常黑（非选择电压期间为黑色）和常白（非选择电压期间为白色）模式中，通过分别适当选择输出侧偏振片的吸收轴位置，可以获得基本上最佳的黑色显示和基本上最佳的白色显示。

另一方面，与非选择电压施加期间不同，在选择电压施加期间穿过入射侧偏振片、光学补偿膜和驱动液晶单元的光的偏振态被椭圆偏振。此外，椭圆偏振光的椭圆度和方位角随波长而变。因此，与非选择电压施加期间不同，由于选择电压施加期间在常黑模式或常白模式中不能提供最佳的白色或黑色显示，需要研究更适合的光学装置。

本发明的目的在于提供一种液晶显示装置，其能提供在常黑模式

中具有极好亮度和色调，在常白模式中具有明亮的白纸状显示和极好的黑色显示的高对比度白色显示器。

### 发明内容

根据本发明第一方面，提供一种包括液晶单元的液晶显示装置，其中液晶单元由一对均具有电极的透明基板和夹在基板之间的液晶物质层构成，偏振片设置在液晶单元两侧，光学补偿元件设置在液晶单元的至少一个表面上且处于液晶单元与偏振片之间，从两个或多个电压中选择电压，将驱动电压施加到液晶物质层上，其中液晶单元的扭转角设为 180 至 270 度；光学补偿元件具有沿与液晶单元相反方向扭转的扭转结构；液晶单元与光学补偿元件之间的扭转角度的绝对值之差，为 40 至 100 度；在波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 时液晶单元与光学补偿元件之间的延迟之差为 100 至 250nm；并且波长 $\lambda$ 为 400nm 和 550nm 时液晶单元与光学补偿元件的延迟之差的绝对值分别表示为 $\Delta R(400)$ 和 $\Delta R(550)$ ，用  $D = \Delta R(400) / \Delta R(550)$  表示它们之间的比值 D，D 处于 0.5 到 1.0 范围内。

根据本发明第二方面，提供一种根据第一方面的液晶显示装置，其中该光学补偿元件为液晶膜。

下面将更详细地描述本发明。

本发明的液晶显示装置包括液晶单元；设置在其两侧的偏振片；以及设置在液晶单元至少一侧、液晶单元与偏振片之间的光学补偿元件。

该液晶单元具有夹在分别具有电极的一对透明基板之间的液晶物质层。本发明中可以使用的透明基板，为能够使液晶物质取向的基板。更具体的例子为本身能使液晶物质取向的基板，以及具有能使液晶物质取向的取向层的基板。将一对这种具有取向能力的透明基板设置成其取向方向扭转，在基板之间形成一层液晶物质（液晶物质层），从而形成特定扭转角度的液晶物质层。电极通常设置在透明基板的与液晶物质层接触表面上。在使用具有取向层的透明基板的情形中，

电极设置在取向层与透明基板之间。本发明中可使用的液晶物质为已经用于 STN-LCD 中的多种物质。

在本发明的液晶显示装置中，从两个或多个电压中选择电压而在液晶物质层上施加驱动电压。对于所述的两个或多个电压没有特别限制，只要它们是实际执行液晶显示的实际电压即可。从而，所述的两个或多个电压值可以是反射率和透射率发生快速改变之前和之后的电压值。结果，液晶物质层作为在白状态（亮态）与黑状态（暗态）下提供显示的活性光学层。

希望在 550nm 波长 $\lambda$ 处液晶单元的延迟处于 600nm 或者更高的范围内，且为 1100nm 或者更低的范围内。延迟低于 600nm 的液晶单元，在施加电压时液晶的状态改变比较小。延迟高于 1100nm 的液晶单元的响应性较差。

构成本发明液晶显示装置的偏振片设置在液晶单元两侧。对偏振片没有特别的限制，从而可为液晶显示器中常使用的偏振片。具体例子为 PVA（聚乙烯醇）基 - 偏振膜，如 PVA 和部分乙缩醛化 PVA；通过将包括吸收有碘和/或二向色染料的乙烯乙酸乙烯共聚物（ethylene-vinyl acetate copolymer）的部分皂化产物的亲水聚合物膜拉伸得到的偏振膜；以及包括多烯取向膜的偏振膜，如 PVA 的脱水产物和聚氯乙烯的脱氯化氢产物。

偏振片可以单独使用，或者可以与用于增强强度、抗蚀性和耐热性的保护层一起设置在一个或两个表面上。可以直接或经由粘性粘合剂或粘接层层叠诸如聚酯和三乙酰基纤维素的透明塑料膜；树脂涂覆层；和丙烯酸或环氧基光固化型树脂层而形成透明保护层。当保护层涂覆在偏振膜两个表面上时，它们可以相同或不同。

在本发明中，光学补偿元件设置在至少一侧处于液晶单元与偏振片之间。光学补偿元件具有扭曲结构。即，光学补偿元件具有一种从一个表面到另一表面分子的取向方向发生扭转的结构，与 TN 模式或 STN 模式的液晶单元类似。虽然可以使用用于补偿的液晶单元或液晶膜作为光学补偿元件，不过该元件可以是一具有伪扭转结构的薄膜，

其通过层叠大量单轴拉伸的光学延迟膜而获得，其中各延迟膜的拉伸轴的角度逐渐改变。

在本发明的液晶显示装置中使用具有扭转结构且光学参数优化的光学补偿元件。在使用传统 D-STN 方法在常黑模式下驱动透射型 STN-LCD 装置的情形中，此处所使用的具有扭转结构的光学补偿元件具有如下参数：其扭转角度与液晶单元的扭转角度的绝对值相同，但扭转方向与液晶单元相反的扭转角，并且延迟等于或稍小于液晶单元的延迟。

而本发明中所使用的光学补偿元件具有这样一种扭转结构，其扭转方向与液晶单元的扭转方向相反；液晶单元与光学补偿元件之间扭转角度的绝对值之差为 40 到 100 度，最好为 45 到 75 度；在 550nm 波长 $\lambda$ 处液晶单元与光学补偿元件的延迟之差为 100 到 250nm，最好为 120 到 200nm。如果 550 nm 波长 $\lambda$ 处液晶单元与光学补偿元件之间的延迟之差偏离这些范围，则所产生的显示装置在一定程度上进行显示，不过与传统装置相比，对比度极大地减小。

将简要描述采用上述参数的原因。

在光学补偿元件的扭转方向与液晶单元相反，且其螺距基本相等的情形中，设置和重叠成使其相邻取向轴基本相交成直角的液晶单元和光学补偿元件，可以视作一个扭转光学各向异性体。光学各向异性体的扭转角和延迟可以接近于液晶单元与光学补偿元件的扭转角和延迟之差。其思路与将具有不同延迟的两个单轴光学延迟膜设置成使其相邻取向轴相交成直角，整个层叠的延迟膜可以视作一个光学各向异性体，且其延迟可以视作两个单轴延迟膜延迟之差相同。从而，使用这种单一的层叠光学各向异性体来寻求最佳补偿条件。

现在，在偏振片设置在一片扭转光学各向异性体两侧上的情形中，如公式(1)中所示可以通过称作 Jones 矢量的  $2 \times 2$  矩阵方法得出透射率“T” (E. P. Raynes, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Lett., Vol. 4, 69 (1987), A. Lien, IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 36, No. 9, 1910 (1989))：

$$T = \frac{1}{2} \left\{ \cos \beta \cos(\theta - \gamma + \phi) + \frac{\theta}{\beta} \sin \beta \sin(\theta - \gamma + \phi) \right\}^2 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{\theta \alpha}{\beta} \sin \beta \cos(\theta - \gamma - \phi) \right\}^2 \quad (1)$$

图 1 中表示偏振片与光学各向异性体的轴的关系。即，附图标记 11 表示光学各向异性体靠近入射侧偏振片一侧的取向轴，附图标记 12 表示光学各向异性体靠近输出侧偏振片一侧的取向轴，附图标记 13 表示入射侧偏振片的吸收轴，附图标记 14 表示输出侧偏振片的吸收轴， $\theta$  表示光学各向异性体的扭转角， $\phi$  表示取向轴 11 与吸收轴 13 形成的夹角， $\gamma$  表示取向轴 11 与吸收轴 14 形成的夹角。此外，当  $\lambda$  和  $[\Delta nd]$  分别表示光学各向异性体的波长和延迟时，用下式表示  $\alpha$  和  $\beta$ ：

$$\alpha = \frac{[\Delta nd] \times \pi}{\theta \times \lambda}, \quad \beta = \theta \sqrt{1 + \alpha^2}$$

假设取向轴 11 与吸收轴 13 所形成的夹角  $\phi$  的绝对值和取向轴 11 与吸收轴 14 所形成的夹角  $\gamma$  的绝对值为 45 度，它们用下面的公式表示：

$$\phi = \pi/4 \quad (2)$$

$$\gamma = \phi + \theta + \pi/2 \quad (3)$$

或

$$\phi = \pi/4 \quad (4)$$

$$\gamma = \phi + \theta \quad (5)$$

从而，当这些公式带入公式 (1) 中时，得到公式 (6) 和 (7)：

$$T = \frac{1}{2} \sin^2 \beta = \frac{1}{2} \left\{ \sin \theta \sqrt{1 + \left( \frac{[\Delta nd] \times \pi}{\lambda \times \theta} \right)^2} \right\}^2 \quad (6)$$

$$T = \frac{1}{2} \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \left\{ \cos \theta \sqrt{1 + \left( \frac{[\Delta nd] \times \pi}{\lambda \times \theta} \right)^2} \right\}^2 \quad (7)$$

其中当公式 (1) 变换成公式 (8) 或 (9) 时， $T=0$

$$\begin{aligned} \beta &= m\pi \quad (\mathbf{m} \text{ 为整数}) \\ &= \sqrt{\theta^2 + \left( \frac{[\Delta nd] \times \pi}{\lambda} \right)^2} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \beta &= \left( m + \frac{1}{2} \right) \pi \quad (\mathbf{m} \text{ 为整数}) \\ &= \sqrt{\theta^2 + \left( \frac{[\Delta nd] \times \pi}{\lambda} \right)^2} \end{aligned} \quad (9)$$

从而，得到公式 (10) 或 (11)：

$$[\Delta nd] = \lambda \sqrt{m^2 - \left(\frac{\theta}{\pi}\right)^2} \quad (10)$$

$$[\Delta nd] = \lambda \sqrt{\left(m + \frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{\theta}{\pi}\right)^2} \quad (11)$$

具体而言,由这些公式,可以得到在特定波长 $\lambda$ 处  $T=0$  时延迟 $[\Delta nd]$ 与扭转角 $\theta$ 之间的关系式。图 2 中表示出公式(11)中  $m=0$  时, 550nm 波长 $\lambda$ , 获得最高光谱发光效率时 $[\Delta nd]$ 与扭转角 $\theta$ 之间的关系。根据这些结果,当光学各向异性体的扭转角 $\theta$ 与 $[\Delta nd]$ 的差值满足图 2 中所示关系时,在非选择电压施加期间,光恰好在穿过输出侧偏振片之前被线偏振,从而实现最佳补偿。

鉴于上述结果,考察包括使用实际液晶单元和实际光学补偿元件的选择电压施加期间的最佳补偿条件,结果发现当光学补偿元件具有与液晶单元相反方向扭转的扭转结构时,可以实现极好补偿状态,液晶单元与光学补偿元件之间扭转角的绝对值之差为 40 到 100 度,波长 $\lambda = 550\text{nm}$  时液晶单元与光学补偿元件的延迟之差为 100 到 250nm。

当满足图 2 中所示的关系时,公式(7)变换成公式(12):

$$T = \frac{1}{2} \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \left\{ \cos \theta \sqrt{1 + \left( \frac{[\Delta nd] \times \pi}{\lambda \times \theta} \right)^2} \right\}^2 = 0 \quad (12)$$

从公式(12)可以得出,当 $[\Delta nd]$ 与波长 $\lambda$ 的比值为常数时,在所有波长处  $T=0$ 。即,这表明液晶单元与光学补偿元件之间的延迟之差与波长 $\lambda$ 成正比关系的理想情况。实际上,由于用作液晶单元和光学补偿元件的液晶材料的限制,难以获得这种理想状态。不过,考虑到上述发现以及双折射波长色散进行研究,结果发现当波长 $\lambda$ 为 400nm 和 550nm 时液晶单元与光学补偿元件的延迟之差的绝对值分别表示为  $\Delta R(400)$  和  $\Delta R(550)$  时,用  $D = \Delta R(400) / \Delta R(550)$  表示其比值  $D$ ,则  $D$  在 0.5 到 1.0 范围内,最好为 0.7 到 0.9;补偿状态相当于 D-STN 在非选择电压施加期间实现的状态,导致在常黑模式下极好的黑色显示,在常白模式下接近于白纸的极好的白色显示。此外,还证明在选择电压施加期间获得优于 D-STN 的补偿状态。 $D$  值小于 0.5 或大于 1.0,会在非选择电压施加期间引起不充分补偿状态。

在本发明的液晶显示装置中，将液晶单元和光学补偿元件的光学参数（扭转角，延迟和 D 值）设定为上述关系。另外，在本发明的液晶显示装置中，通过调节从而显示测偏振片的吸收轴到光学补偿元件面对显示侧偏振片一侧的取向轴角度 $\theta_A$ 测得的绝对值 $|\theta_A|$ ；从光学补偿元件面对液晶单元一侧的取向轴到液晶单元面对光学补偿元件一侧的取向轴侧得的角度 $\theta_B$ 的绝对值 $|\theta_B|$ ；以及从液晶单元面对与显示侧相对的偏振片一侧的取向轴到设置在与显示侧相对一侧上的偏振片的吸收轴测得的角度 $\theta_C$ 的绝对值 $|\theta_C|$ ，可以获得更少着色和极好的对比度，如下：

$$35^\circ \leq |\theta_A| \leq 55^\circ$$

$$80^\circ \leq |\theta_B| \leq 90^\circ$$

$$35^\circ \leq |\theta_C| \leq 55^\circ$$

虽然可以沿顺时针或逆时针方向表示角度 $\theta_A$ ， $\theta_B$ 和 $\theta_C$ ，不过将其表示成绝对值为 0 度或者更大且 90 度或者更小，并且添加符号 (+) 或 (-) 来表示其相对方向。

上述液晶薄膜是一种单一薄膜中分子取向方向在其厚度方向具有连续扭转结构的薄膜。通常，通过将具有扭转取向性质的液晶材料形成薄膜来获得这种薄膜。具体而言，将通过混合表现出向列液晶性的液晶材料与手性掺杂剂，或者表现出扭曲向列液晶性的液晶材料制备的组合物取向成扭曲向列取向，然后通过光或热使组合物或材料交联以固定取向结构，或者通过将同种物质冷却成玻璃态从而固定取向结构，可以得到液晶薄膜。

对液晶材料没有特别限制，只要其表现出向列或扭曲向列液晶性即可。从而本发明中可以使用多种低分子量液晶物质，多种聚合物液晶物质，或者其混合物。无论液晶材料的分子形状是棒形还是盘形，本发明中还可以使用表现出迪斯科 (discotic) 向列液晶性的液晶材料。在使用这些材料的混合物的情形中，对材料的组分和比率没有特别限制，只要用这些材料可以形成所需的扭曲向列取向结构，并且该扭曲向列取向结构能够固定即可。例如，可以使用一种或多种低分子量和/

或聚合物液晶物质的混合物，和一种或多种低分子量和/或聚合物非液晶物质或多种添加剂的混合物。

本发明中可使用的低分子量液晶物质的例子为具有席夫碱-，联苯-，三联苯-，酯-，硫酯-，芪-，二苯乙炔-，氧化偶氮-，氮-，苯基环己烷-，嘧啶-，环己基环己胺-，苯均三酸-，苯并菲-，真联苯(truxene)-，酞菁染料-或者卟啉基材料结构的物质和其混合物。

本发明中可使用的聚合物液晶物质的例子为多种主链型和侧链型聚合物液晶物质和其混合物。主链型聚合物液晶物质的例子有聚酯-，聚酰胺-，聚碳酸酯-，聚酰亚胺-，聚亚胺酯-，聚苯并咪唑-，聚苯并唑-，聚苯并噻唑-，聚偶氮甲碱-，聚酰胺酯-，聚酯碳酸酯-和聚酯酰亚胺基聚合物液晶物质及其混合物。在这些物质中，特别优选内消旋配合基提供液晶性和柔性链的半芳香族聚酯基液晶聚合物，如聚亚甲基，聚环氧乙烷和聚硅氧烷交错结合，并且由于易于合成和固定并且取向性良好，整个芳香聚酯基液晶聚合物没有柔性链。

侧链型聚合物液晶物质的例子为具有直或环状主链的物质，如内消旋基与其结合成侧链的聚丙烯酸酯-，聚甲基丙烯酸酯-，聚乙烯-，聚硅氧烷-，聚醚-，聚丙二酰-和聚酯基物质，及其混合物。在这些物质中，特别优选那些提供液晶性的内消旋基与主链通过包括柔性链的间隔团结合的物质，和具有主链和侧链具有内消旋基结构的物质。

液晶材料最好与手性掺杂剂或具有至少一种用于引发扭曲向列取向的手性结构单元的多种液晶材料或非液晶材料混合。

手性结构单元可以从光学活性的 2-甲基-1,4-丁二醇，2,4-戊二醇，1,2-丙二醇，2-氯-1,4-丁二醇，2-氟代-1,4-丁二醇，2-溴代-1,4-丁二醇，2-己烷基-1,4-丁二醇，2-丙基-1,4-丁二醇，3-甲基己烷二醇，3-甲基脂肪酸，甲氧基丙酸衍生物，樟脑酸，联苯酚，薄荷醇，或具有含有胆甾醇基结构单元或其衍生物的组合物如双乙酸基组合物的衍生物的物质中获得。手性结构单元可以为 R-型或 S-型或其混合物。这些结构单元仅是示例，从而本发明不限于此。

在液晶膜制备过程中将通过光或热交联液晶状态中形成的取向

结构固定时，希望液晶材料与具有对通过热或光的交联反应活性的官能团或部位的多种液晶物质混合。这种官能团的例子为，诸如丙烯酰基，甲基丙烯酰，乙烯基，乙烯基醚，丙烯基，烯丙氧基，以及诸如缩水甘油基的环氧基；氧杂环丁烷；异氰酸酯；异硫氰酸盐；偶氮；重氮基；叠氮；羟基；羧基；以及低酯基团。特别优选丙烯酰基，甲基丙烯酰，环氧；氧杂环丁烷基团。可交联基的例子为含有马来酰亚胺，马来酐，苯乙烯酸，肉桂酸，烯炔，二烯炔，丙二烯，炔，偶氮，氧化偶氮，二硫化物或聚硫化物分子结构的物质。虽然多种构成液晶材料的液晶物质中可以包含这些可交联基团或位置，不过含有可交联基团或位置的非液晶物质可以单独一定程度上加入液晶材料中，其不会阻碍液晶性的表现。

液晶薄膜由于延迟随温度而变而具有温度补偿效果。使用这种温度补偿元件可以制造出即使环境温度发生改变显示器的颜色也不会改变的优异的液晶显示装置。在此情形中，希望光学补偿元件的延迟随温度的变化度等于液晶单元中所使用的液晶物质层延迟随温度的变化度。

或者，正如用于偏振片的情形，液晶薄膜可以设置有透明保护层。可以通过直接或经由粘性粘合剂或粘接层层叠透明塑料薄膜如聚酯、三乙酰基纤维素或丙烯酸树脂；树脂涂覆层；和丙烯酸-，环氧-或氧杂环丁烷基可聚合化合物，或酚盐衍生物如硅、铝和钛的水解产物的光和/或热固化型树脂层，形成透明保护层。当保护层涂覆在液晶膜两个表面上时，它们可以相同或不同。可以通过这样一种方法制造透明保护层，其中任何上述化合物的溶液以不致对液晶膜造成不利影响的程度，通过传统方式涂覆，然后干燥和固化，或者通过日本专利未审公开 No.4-57017 和 5-333313 中所述的转印方法。透明保护层最好具有自支持 (self-supporting) 性。不过只要透明保护层可以包含到本发明的液晶显示装置中，则并非总要求这种自支持性。从而，可以使用薄膜形透明保护层来减小液晶显示装置的总厚度。

本发明的液晶显示装置，当用于反射模式时最好具有反射功能。

通过用具有反射或透射反射板的反射或透射反射偏振片替换设置在与液晶显示侧相对一侧上的偏振片，可以提供这种反射功能。反射或透射反射片可以为在特定方向反射强度增强的定向反射型，或者为反射性不具有方向性的非定向反射型。

虽然本发明中使用的偏振片为使用碘或染料吸收性质的吸收型偏振片，不过设置在与显示侧相对一侧上的偏振片可以为兼具偏振和反射功能的反射型偏振片。这种反射型偏振片可以是那些通过交替层叠两种薄膜，并拉伸叠层而具有各向异性散射性的偏振片，以及通过结合表现出选择反射性的胆甾液晶膜与  $1/4$  波片获得的偏振片。或者，可以使用反射型偏振片与吸收型偏振片的组合。另外，反射反射片可以为使用全息图的反射片。

本发明的液晶显示装置包括液晶单元，偏振片，以及至少一个如果需要还兼具反射功能的光学补偿元件。除了上述部件以外，本发明的液晶显示装置可以具有另一个附加部件。例如，使用滤色片可以制造出彩色液晶显示装置，其可以以增大的色纯度产生多色或全彩色显示。如果需要，液晶显示装置可以具有其他附加部件，如背光、前光、光散射层、光控制膜、导光板、棱镜片、抗反射层、抗眩光层、粘接层、粘性粘接层，以及硬涂层膜。

#### [ 工业应用 ]

本发明的液晶显示装置，在常白模式中形成具有良好色调的亮白色显示，在常黑模式中形成具有高对比度的亮白色显示，并且与传统液晶显示装置相比，可以获得显著提高的显示质量。

#### 附图说明

图 1 表示在轴取向方面偏振片与光学各向异性体的关系，用于说明本发明的原理。

图 2 的曲线表示在公式 (11) 中延迟  $[\Delta nd]$  与扭转角  $\theta$  的关系，其中  $\lambda=550\text{nm}$ ， $m=0$ 。

图 3 为示意截面图，表示在例 1 到 5 以及对比例 1 到 4 中制备的

液晶显示装置的结构。

图 4 为表示显示侧偏振片吸收轴，液晶单元取向轴，光学补偿元件取向轴以及后侧偏振片吸收轴的轴角关系（反射轴仅针对例 5）。

图 5 表示例 1 液晶显示器的光谱透射性质。

图 6 表示例 2 液晶显示器的光谱透射性质。

图 7 表示例 3 液晶显示器的光谱透射性质。

图 8 表示对比例 1 液晶显示器的光谱透射性质。

图 9 表示对比例 2 液晶显示器的光谱透射性质。

图 10 表示例 4 液晶显示器的光谱反射性质。

图 11 表示例 5 液晶显示器的光谱反射性质。

图 12 表示对比例 3 液晶显示器的光谱反射性质。

图 13 表示对比例 4 液晶显示器的光谱反射性质。

#### 具体实施方式

将参照下面的例子进一步描述本发明，不过本发明不限于此。

使用液晶显示装置执行示例中的试验，在试验中从显示侧透明基板到另一透明基板观察时逆时针方向和顺指针方向分别定义为“+”和“-”。不过相反，即使从显示侧透明基板到另一透明基板观察时顺时针方向和逆时针方向分别定义为“+”和“-”，实际得到相同结果。

在示例中，通过下述方法确定液晶单元和光学补偿元件中所使用的每种材料的双折射的波长色散。首先，由用于液晶单元和光学补偿元件的材料制备水平和垂直取向的样品。使用阿贝（Abbe）折射计通过 Senarmont 方法测量每种样品的双折射。将所产生的数据代入 Cauchy 公式，从而得到材料双折射的波长色散。

使用上述公式（10）测定示例中所使用的液晶单元和光学补偿元件中每一个的延迟。具体而言，使用参照图 1 所描述的各向异性元件作为液晶单元和光学补偿元件，并且入射和出射侧偏振片设置成使其吸收轴满足公式（2）和（3）所表达的关系。观察透射光谱，找出透射率最小时的波长 $\lambda_{\min}$ ，然后将 $\lambda_{\min}$ 和扭转角 $\theta$ 代入公式（10），

确定波长 $\lambda_{\min}$ 处的延迟。此外，考虑到上述双折射的波长色散，确定各波长处的延迟。

### 例 1

制备图 3 中示意出的透射型 STN-LCD。如图 3 中所示，由一对彼此面对、间隔的透明基板 31C；分别形成在各基板内表面上的电极 31B；以及分别印制在各电极上并经过取向处理的取向膜 31E 构成液晶单元 31。液晶物质密封在由取向膜 31E 和通过印刷涂覆围绕基板周围形成的密封剂 31D 所定义的空间中，从而形成液晶物质层 31A。所使用的液晶物质为 Merck 有限公式制造的 ZLI-2293。通过调节取向膜 31E 的取向方向，液晶物质层 31A 沿预定方向取向，从而使物质的分子取向扭转角度 $\theta_1 = +250$ 度。在波长 $\lambda = 400\text{nm}$ 和 $\lambda = 550\text{nm}$ 时液晶单元 31 的延迟  $R_1(400)$ 和  $R_1(550)$ 分别为 970nm 和 850nm。

偏振片 33 (Sumitomo 化学有限公式制造的 SR1862AP) 设置在液晶单元 31 的显示侧 (图中上侧)。在偏振片 33 与液晶单元 31 之间由形成扭转结构的液晶聚酯液晶膜构成光学补偿元件 32。光学补偿元件 32 具有的扭转角为 $\theta_2 = -180$ 度。在波长 $\lambda = 400\text{nm}$ 和 $\lambda = 550\text{nm}$ 时光学补偿元件 32 的延迟  $R_2(400)$ 和  $R_2(550)$ 分别为 810nm 和 660nm。通过改变液晶聚酯的混合比率，控制光学补偿元件从大波长色散值到小波长色散值的双折射波长色散。

结果， $D = 0.84$ 。

偏振片 34 (Sumitomo 化学有限公式制造的 SR1862AP) 设置在从显示侧观察时液晶单元的后侧。偏振片 33、光学补偿元件 32、液晶单元 31 和偏振片 34 均通过传统的透明丙烯酸粘性粘接层粘接到相邻部件。

图 4 表示 STN-LCD 各部件中定义的角度 $\theta_1$ ， $\theta_2$ ， $\theta_A$ ， $\theta_B$ 和 $\theta_C$ 之间的关系。图 4 表示从显示侧观察时各部件轴取向之间的关系。

在图 4 中，从偏振片 33 的吸收轴 331 到光学补偿元件 32 顶侧上的取向轴 321 测出的角度 $\theta_A$ 为 $-40$ 度；从光学补偿元件 32 底侧上的取

向轴 322 到液晶单元 31 顶侧的取向轴 311 测出的角度 $\theta_B$ 为-85 度；并且从液晶单元 31 底侧上的取向轴 312 到偏振片 34 的吸收轴 341 测出的角度 $\theta_C$ 为-45 度。对于上述角度的表示，例如 $\theta_A$ 可以表示为“ $\theta_A = +140$  度”。不过，如上所述，选择 $\theta_A$ 的绝对值为 90 度或更小的方向的数值。 $\theta_B$ 和 $\theta_C$ 用相同方式表示。在其余例子和对比例中使用相同表示。

驱动电压从驱动电路（未示出）施加给液晶显示装置的电极 31B（1/160 占空比，在最佳偏压下驱动）。在检查使用光源时装置在常黑模式中的光学性质，得到图 5 中所示的光谱透射特性。即在非选择电压施加期间获得与对比例 1 中所使用的 D-STN 模式相当的极好的黑色显示；并且由于增强了长波长侧透射率，在选择电压施加期间获得色调更自然并且比 D-STN 模式更亮的白色显示，从而实现高对比度显示器。不过在本例中，使用不具有滤色片的液晶显示器进行试验，如果使用滤色片可以获得极好的多色或全彩色显示器。当用透射反射片（Sumitomo 化学有限公司制造的 SR1862AS-001）替代偏振片 34 时，该显示装置不仅在使用光源时形成良好的透射显示，而且当使用外光时形成良好的反射显示。

## 例 2

除了液晶单元 31 的扭转角 $\theta_1=+250$  度；在波长 $\lambda = 400\text{nm}$ 和 $\lambda = 550\text{nm}$ 时液晶单元 31 的延迟  $R_1(400)$ 和  $R_1(550)$ 分别为 910nm 和 800nm；通过与例 1 相同方法由液晶聚酯制备的光学补偿元件 32 的扭转角 $\theta_2=-180$  度；在波长 $\lambda = 400\text{nm}$ 和 $\lambda = 550\text{nm}$ 时液晶补偿元件 32 的延迟  $R_2(400)$ 和  $R_2(550)$ 分别为 770nm 和 620nm；以及 $\theta_A=-40$  度， $\theta_B=+90$  度和 $\theta_C=-40$  度以外，重复例 1，从而制备出与例 1 相似的液晶显示器。结果， $D=0.78$ 。

驱动电压从驱动电路（未示出）施加给所制备的液晶显示装置的电极 31B（1/160 占空度，在最佳偏压下驱动）。在检查使用光源时常黑模式下装置的光学性质时，得到图 6 中所示的光谱透射性质。即，与例 1 相同，在非选择电压施加期间获得良好的黑色显示，在选择电

压施加期间获得明亮和中性色调的白色显示,从而实现高对比度显示。虽然在本例中,使用没有滤色片的液晶显示器进行试验,不过如果使用滤色片可以获得极好的多色或全彩色显示。当用透射反射片(Sumitomo 化学有限公司制造的 SR1862AS-011)替代偏振片 34 时,该显示装置不仅在使用光源时形成极好的透射显示,而且当使用外光时还提供良好的反射显示。

### 例 3

除了液晶单元 31 的扭转角 $\theta_1=+250$ 度;在波长 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=550\text{nm}$ 时液晶单元 31 的延迟  $R_1(400)$ 和  $R_1(550)$ 分别为  $1025\text{nm}$ 和  $900\text{nm}$ ;通过与例 1 相同方法由液晶聚酯制备的光学补偿元件 32 的扭转角 $\theta_2=-180$ 度;在波长 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=550\text{nm}$ 时光学补偿元件 32 的延迟  $R_2(400)$ 和  $R_2(550)$ 分别为  $830\text{nm}$ 和  $700\text{nm}$ ;以及 $\theta_A=-40$ 度,  $\theta_B=+90$ 度和 $\theta_C=-40$ 度以外,重复例 1,从而制备出与例 1 相似的液晶显示器。结果,  $D=0.98$ 。

驱动电压从驱动电路(未示出)施加给所制备的液晶显示装置的电极 31B(1/160 占空度,在最佳偏压下驱动)。在检查使用光源时常黑模式下装置的光学性质时,得到图 7 中所示的光谱透射性质。即,与例 1 相同,在非选择电压施加期间获得良好的黑色显示,在选择电压施加期间获得明亮和中性色调的白色显示,从而实现高对比度显示。虽然在本例中,使用没有滤色片的液晶显示器进行试验,不过如果使用滤色片可以获得极好的多色或全彩色显示。当用透射反射片(Sumitomo 化学有限公司制造的 SR1862AU)替代偏振片 34 时,当使用外光时该显示装置形成良好的反射图像。

### 对比例 1

除了与例 1 液晶单元 31 同样制备的含有 Merck 有限公式制造的 ZLI-2293 的补偿液晶单元(其上没有形成电极),用于以 D-STN 补偿模式补偿液晶单元,并代替光学补偿元件 32;补偿液晶单元的扭转

角 $\theta_2=-250$ 度;在波长 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=550\text{nm}$ 时补偿液晶单元的延迟 $R_2(400)$ 和 $R_2(550)$ 分别为 $910\text{nm}$ 和 $800\text{nm}$ ;以及 $\theta_A=+45$ 度, $\theta_B=+90$ 度和 $\theta_C=-45$ 度以外,重复例1,从而制备出与例1相似的液晶显示器。

驱动电压从驱动电路(未示出)施加给所制备的液晶显示装置的电极31B(1/160占空度,在最佳偏压下驱动)。在检查使用光源时常黑模式下装置的光学性质时,得到图8中所示的光谱透射性质。即,在非选择电压施加期间获得良好的黑色图像,从而获得高对比度显示。不过在选择电压施加期间,证明白色显示的色调比例1差。

### 对比例2

除了与例1液晶单元31同样制备的含有Merck有限公司制造的ZLI-2293的补偿液晶单元(其上没有形成电极),用以补偿液晶单元并代替光学补偿元件32;补偿液晶单元的扭转角 $\theta_2=-180$ 度;以及在波长 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=550\text{nm}$ 时补偿液晶单元的延迟 $R_2(400)$ 和 $R_2(550)$ 分别为 $750\text{nm}$ 和 $660\text{nm}$ 以外,重复例1,从而制备出与例1相似的液晶显示器。结果, $D=1.16$ 。

驱动电压从驱动电路(未示出)施加给所制备的液晶显示装置的电极31B(1/160占空度,在最佳偏压下驱动)。在检查使用光源时常黑模式下装置的光学性质时,得到图9中所示的光谱透射性质。即,在非选择电压施加期间与例1液晶显示器实现的效果相比,没有充分补偿显示,导致显示器对比度低。

### 例4

除了液晶单元31的扭转角 $\theta_1=+240$ 度;在波长 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=550\text{nm}$ 时液晶单元31的延迟 $R_1(400)$ 和 $R_1(550)$ 分别为 $910\text{nm}$ 和 $800\text{nm}$ ;光学补偿元件32的扭转角 $\theta_2=-190$ 度;在波长 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=550\text{nm}$ 时光学补偿元件32的延迟 $R_2(400)$ 和 $R_2(550)$ 分别为 $780\text{nm}$ 和 $630\text{nm}$ ;  $\theta_A=-40$ 度, $\theta_B=+90$ 度和 $\theta_C=+45$ 度;以及用具有反射片的偏振片(Sumitomo化学有限公司制造的SR1862AU)代替偏振片34以外,重复例1,从

而制备出与例 1 相似的液晶显示器。结果， $D=0.76$ 。

驱动电压从驱动电路（未示出）施加给所制备的液晶显示装置的电极 31B（1/160 占空度，在最佳偏压下驱动）。在检查常白模式下装置的光学性质时，得到图 10 中所示的光谱反射性质。即，在非选择电压施加期间获得极好的白纸状白色显示，并且在选择电压施加期间，由于在光谱发光效率较高的 550nm 处透射率较低，获得良好的黑色显示。从而实现高对比度显示。虽然在本例中，使用没有滤色片的液晶显示器进行试验，不过如果使用滤色片，可以获得极好的多色或全彩色显示。当用透射反射片（Sumitomo 化学有限公司制造的 SR1862AS-011）替代偏振片 34 时，该显示装置不仅提供良好的反射显示，而且在使用光源时还提供良好的透射显示。

### 例 5

除了液晶单元 31 的扭转角  $\theta_1=+250$  度；在波长  $\lambda = 400\text{nm}$  和  $\lambda = 550\text{nm}$  时液晶单元 31 的延迟  $R_1(400)$  和  $R_1(550)$  分别为 970nm 和 850nm；光学补偿元件 32 的扭转角  $\theta_2=-190$  度；在波长  $\lambda = 400\text{nm}$  和  $\lambda = 550\text{nm}$  时光学补偿元件 32 的延迟  $R_2(400)$  和  $R_2(550)$  分别为 800nm 和 670nm； $\theta_A=-45$  度， $\theta_B=+90$  度和  $\theta_C=-45$  度；以及用反射型偏振片（Sumitomo 3M 有限公司制造的 RDF-C）替代偏振片 34 以外，重复例 1，从而制备出与例 1 相似的液晶显示器。结果， $D=0.94$ 。

驱动电压从驱动电路（未示出）施加给所制备的液晶显示装置的电极 31B（1/160 占空度，在最佳偏压下驱动）。在检查常白模式下装置的光学性质时，得到图 11 中所示的光谱反射性质。即，在非选择电压施加期间获得良好的白纸状白色显示，并且在选择电压施加期间，获得良好的黑色显示。从而实现高对比度显示。虽然在本例中，使用没有滤色片的液晶显示器进行试验，不过如果使用滤色片，可以获得极好的多色或全彩色显示。

### 对比例 3

除了与液晶单元 31 同样制备的含有 Merck 有限公司制造的 ZLI-2293 的补偿液晶单元（其上没有形成电极），用以以 D-STN 补偿模式补偿液晶单元并代替光学补偿元件 32；补偿液晶单元的扭转角  $\theta_2 = -240$  度；在波长  $\lambda = 400\text{nm}$  和  $\lambda = 550\text{nm}$  时补偿液晶单元的延迟  $R_2(400)$  和  $R_2(550)$  分别为  $855\text{nm}$  和  $750\text{nm}$ ；以及  $\theta_A = +45$  度， $\theta_B = +90$  度和  $\theta_C = +45$  度以外，重复例 4，从而制备出与例 4 相似的液晶显示器。

驱动电压从驱动电路（未示出）施加给所制备的液晶显示装置的电极 31B（1/160 占空度，在最佳偏压下驱动）。在检查使用光源时常白模式下装置的光学性质时，得到图 12 中所示的光谱反射性质。即，在黑色显示时，即在非选择电压施加期间，在光谱发光效率较高的  $550\text{nm}$  处发生光泄漏，导致反射型显示器对比度较低。

#### 对比例 4

除了液晶单元 31 的扭转角  $\theta_1 = +240$  度；在波长  $\lambda = 400\text{nm}$  和  $\lambda = 550\text{nm}$  时液晶单元 31 的延迟  $R_1(400)$  和  $R_1(550)$  分别为  $910\text{nm}$  和  $800\text{nm}$ ；光学补偿元件 32 的扭转角  $\theta_2 = -190$  度；以及在波长  $\lambda = 400\text{nm}$  和  $\lambda = 550\text{nm}$  时光学补偿元件的延迟  $R_2(400)$  和  $R_2(550)$  分别为  $850\text{nm}$  和  $630\text{nm}$  以外，重复例 4，从而制备出与例 4 相似的液晶显示器。结果， $D=0.35$ 。

驱动电压从驱动电路（未示出）施加给所制备的液晶显示装置的电极 31B（1/160 占空度，在最佳偏压下驱动）。在检查使用光源时常白模式下装置的光学性质时，得到图 13 中所示的光谱反射性质。即，在黑色显示时，即在选择电压施加期间，在短波长侧发生较大光泄漏，导致与例 4 的液晶显示装置获得的显示质量相比，显示质量较差。

图1

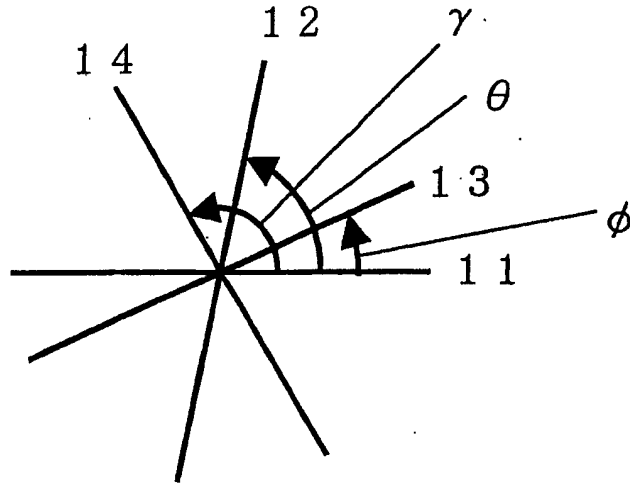


图2

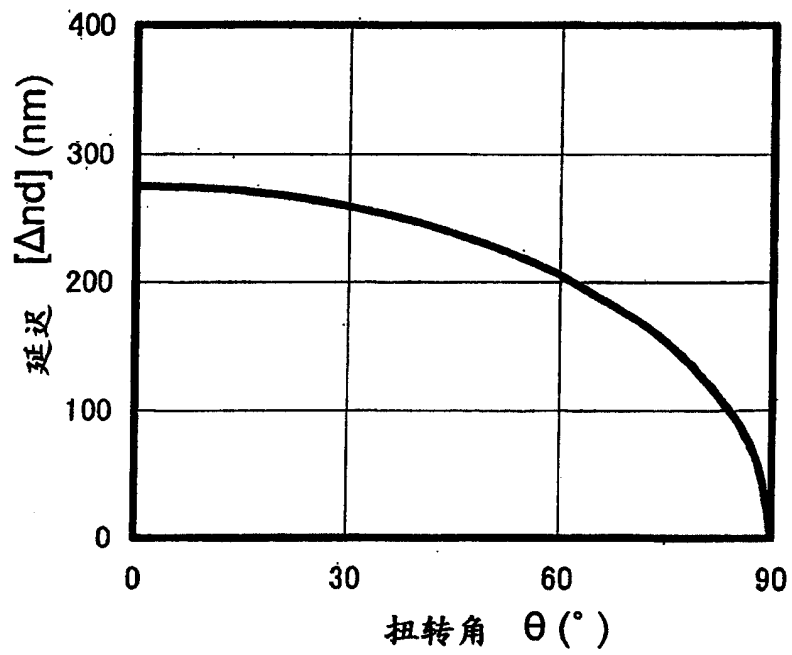


图3

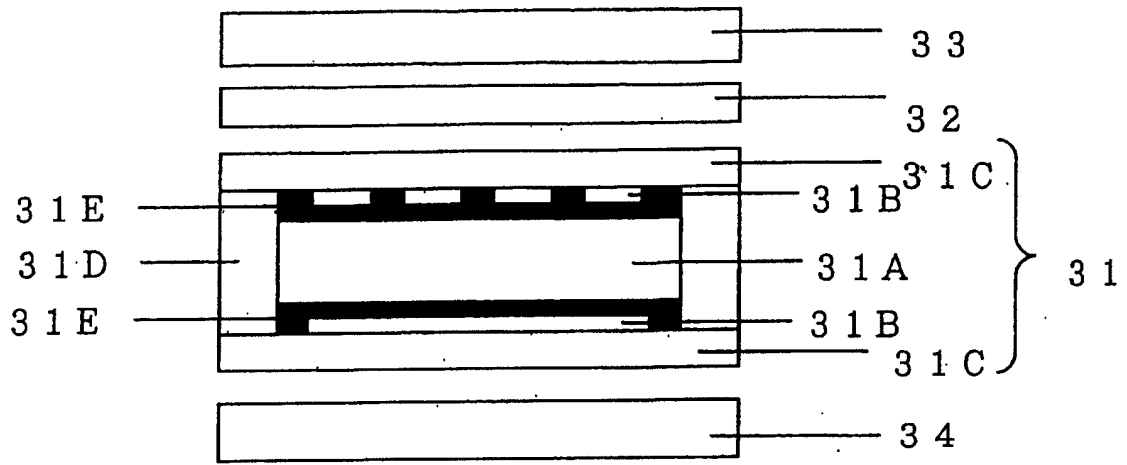


图4

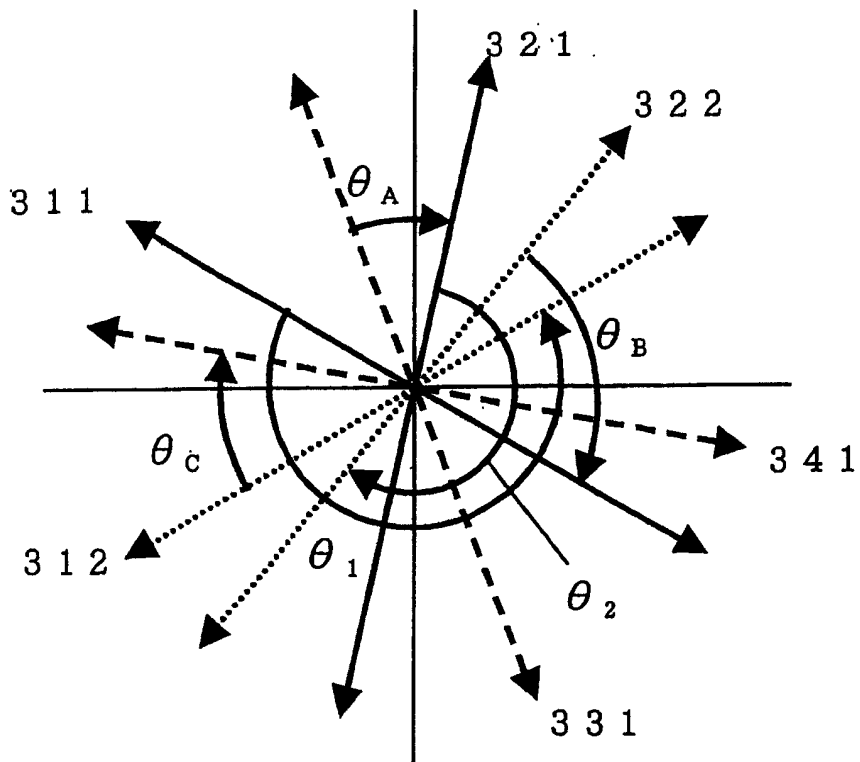


图5

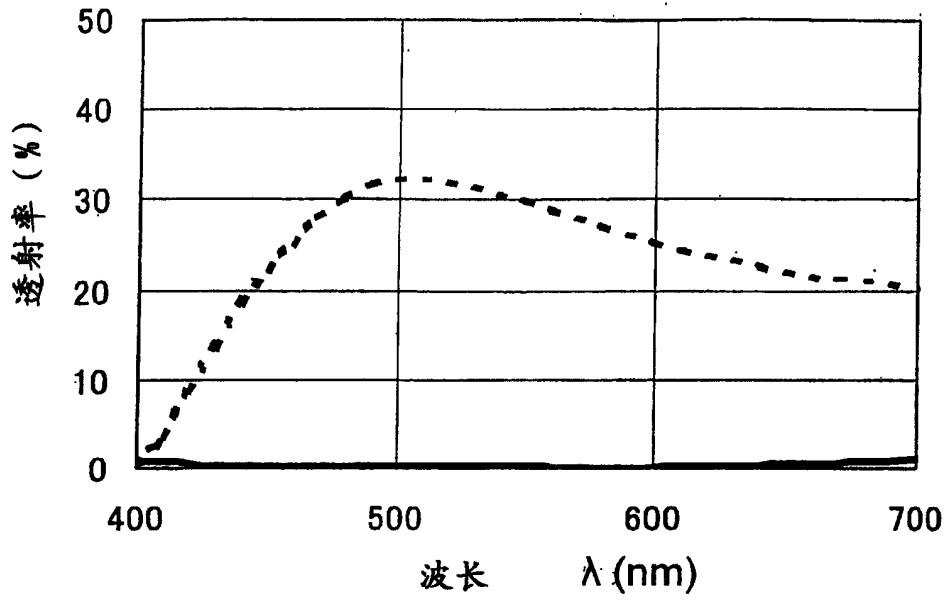


图6

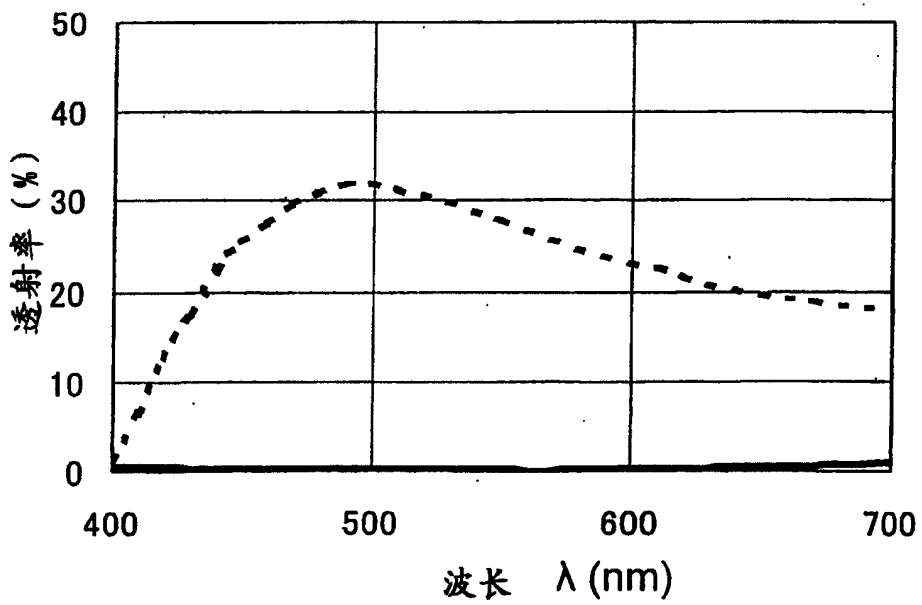


图7

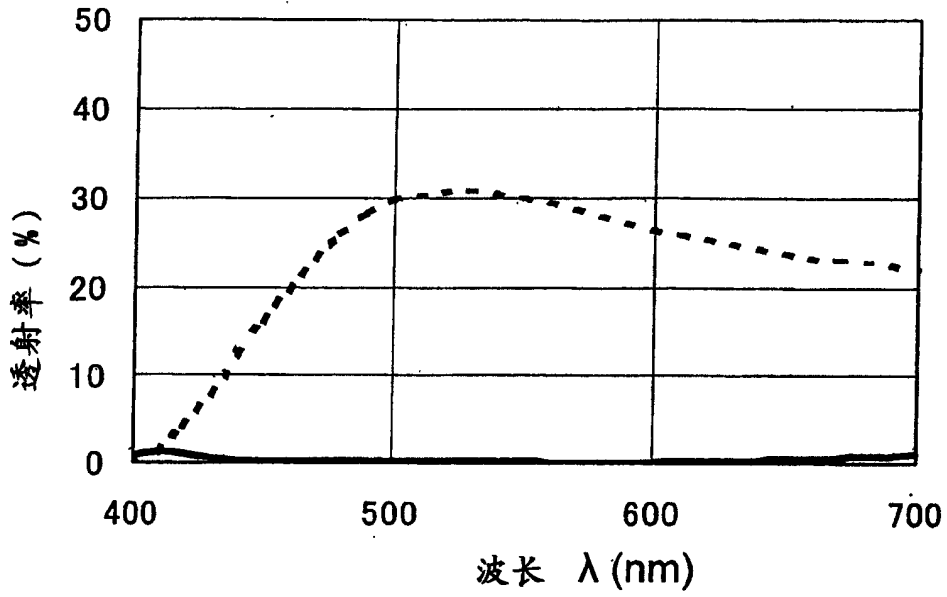


图8

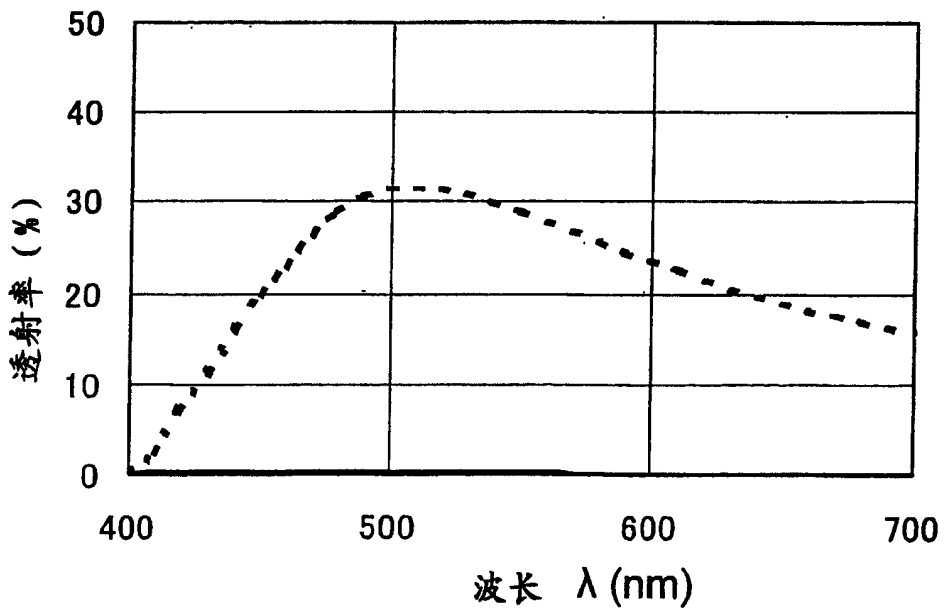


图9

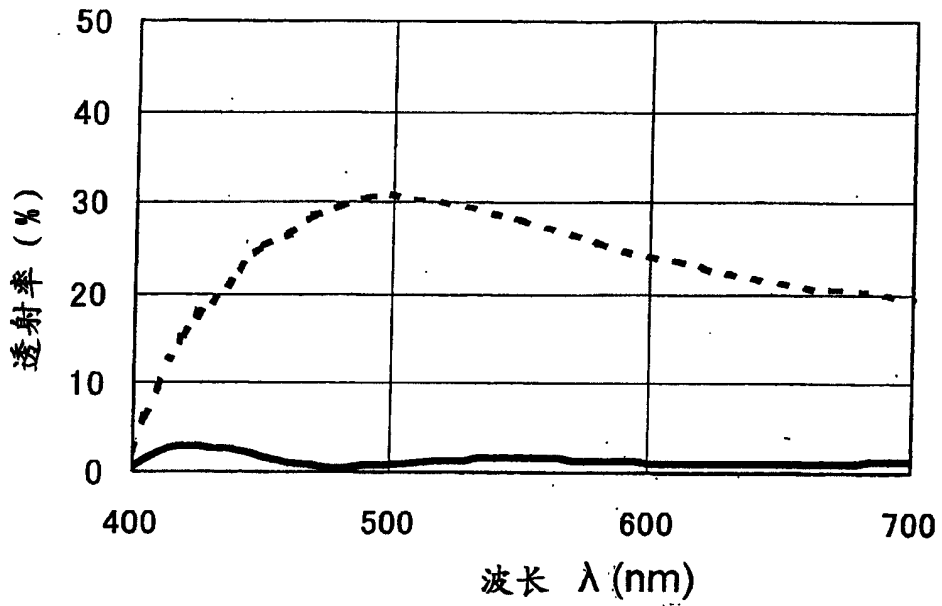


图10

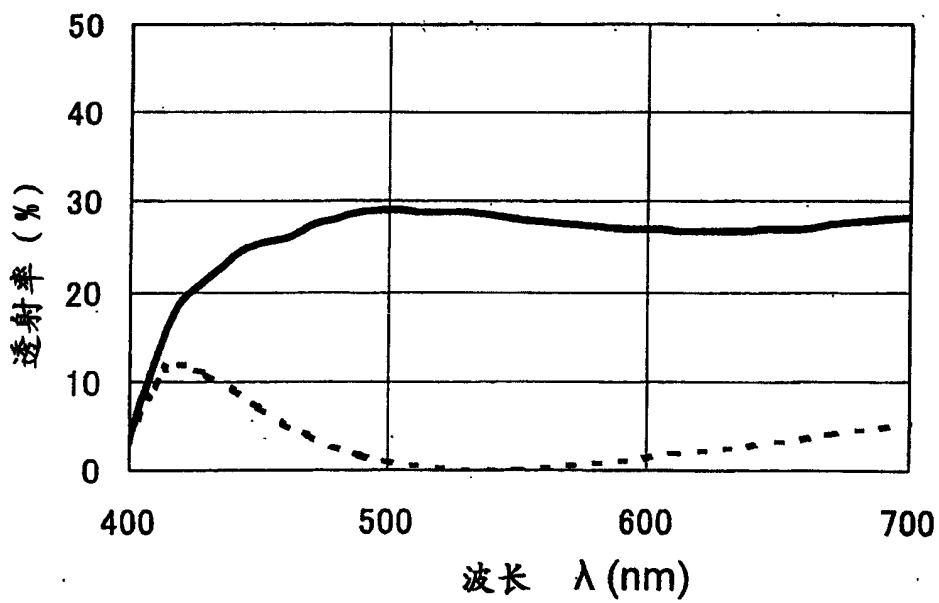


图11

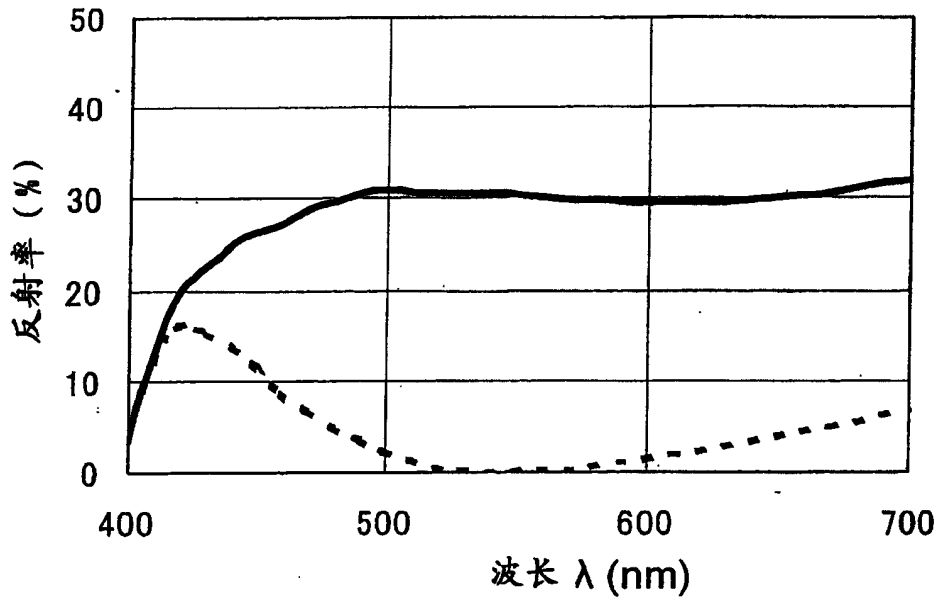


图12

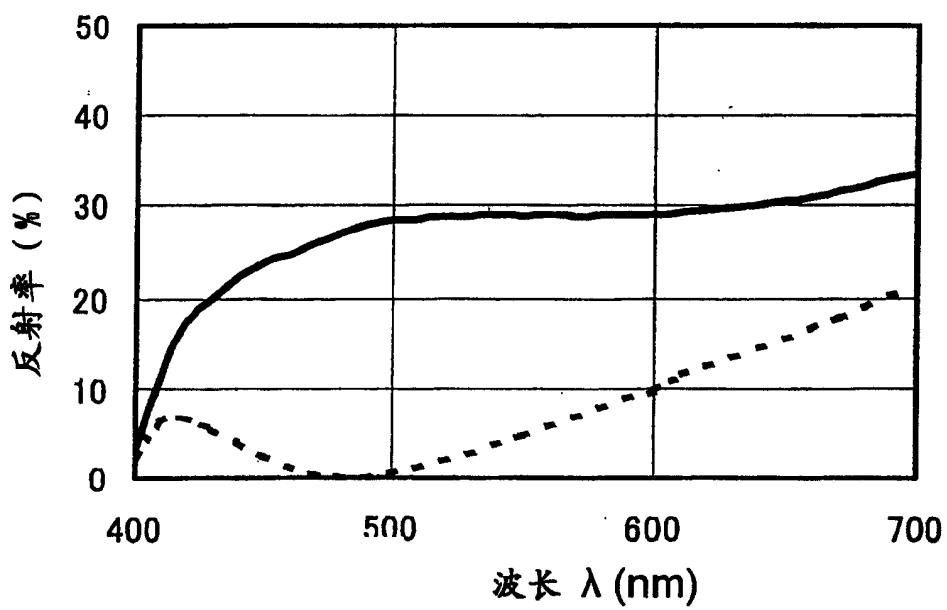


图13

